Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para

Minera Panamá, S.A.

Enero, 2016

Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales

Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:

Minera Panamá

Elaborado por:

CODESA
CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.

ISO 9001 icontec N° SC-CER139957

Enero, 2016

CODESA CORPORACIÓN DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A.	Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	Responsable	Control de calidad	Gerencia
Idoneidad DIPROCA - AA-003-2012	Roy Quintero DIPROCA-AA-031-2013/ Act. 2015	Leyson Guillén DIPROCA-AA-012- 2001	Karina Guillén

Índice

2.5.1. Introducción 4
2.5.2. Objetivo general 5
2.5.3. Objetivos específicos 5
2.5.4. Aspecto metodológico 6
2.5.4.1. Procedimiento para la toma de las muestras 7
2.5.5. Sitios de muestreo 7
2.5.6. Resultados 8
2.5.7. Discusión 36
2.5.8. Conclusiones 47
2.5.9. Recomendaciones 48
2.5.10. Bibliografía 48
Anexos 50
Anexo 2.5.1 Imágenes de la toma de muestras de agua superficial
Anexo 2.5.2 Resultados de los análisis de laboratorio
Anexo 2.5.3 Registro de precipitaciones en el Proyecto
Anexo 2.5.4 Cadenas de Custodia

2.5.1. Introducción

La calidad del agua es afectada por diversos factores como los usos del suelo, la producción industrial, la producción agrícola, el tratamiento a la que es sometida antes de ser vertida nuevamente a los cuerpos de agua y a la cantidad misma de agua presente en los ríos y lagos; ya que de ésta depende su capacidad de purificación (Hakanson et al. 2000).

El Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) y Social del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”, se presentó a la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), el 10 de septiembre de 2010 y se admitió en la fase de evaluación y análisis el 17 de septiembre de 2010. Posterior al cumplimiento de las formalidades y requisitos legales que establece la legislación panameña, la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM), aprobó mediante la Resolución DIEORA IA 1210-2011 del 28 de diciembre de 2011 el estudio y su consecuente viabilidad ambiental y social.

El presente documento constituye el Décimo Quinto Informe del Monitoreo de Calidad de Aguas Superficiales realizado en catorce (14) puntos de muestreo (trece (13) puntos de agua dulce y un (1) punto de agua salada). De los catorce (14) puntos de monitoreo, cinco (5) corresponden a los ríos: W-2 Río Petaquilla y W-13 Río Caimito se encuentran en una ubicación fuera de la influencia directa de las actividades de MPSA pero sirven como puntos de comparación consistente para evaluar si los controles operativos y las medidas de mitigación están protegiendo a los ríos aguas abajo de la mina. En Coclé del Norte es más complicado debido a la presencia de las instalaciones de Petaquilla Gold. El punto W-4 Río Molejones está ubicado debajo de Petaquilla Gold para monitorear cambios potenciales debido a sus operaciones, mientras que el sitio W-5 Río Botija está ubicado en un drenaje separado que no está influenciado por Petaquilla Gold, pero puede estar influenciado por MPSA. En la ubicación final, W-15 Coclé del Norte se monitorea la condición del río después de la confluencia de los afluentes que forman Coclé del Norte.

Los otros nueve (9) puntos se ubican en el área de Punta Rincón, en donde ocho (8) corresponden al agua de la Poza de sedimentación: 1 (PR-PZ1), Poza de sedimentación 4 (PR-

PZ4), Poza de sedimentación 5 (PR-PZ5), Poza de sedimentación 6 (PR-PZ6), Poza de sedimentación 7 (PR-PZ7), Poza de sedimentación 8 (PR-PZ8), Poza de sedimentación 9 (PR-PZ9) y Poza Cantera Área 23, los cuales se sitúan dentro del área de influencia de la Planta de Generación Eléctrica, Cantera del Puerto (Área 23), Depósito de Material Estéril 45, Campamento GAP, Campamento SK, Taller del Puerto (Taller FCC) y la Planta de Concreto-Puerto; por último, el punto de agua de mar (PR-M1) corresponde a la muestra tomada a 200 metros aproximadamente desde la costa, entre Poza 5 y Poza 6

Se consideró como referencia de cumplimiento, los valores establecidos para aguas naturales contenidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo, mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C y Clase 1M) en la República de Panamá.

2.5.2. Objetivo general

Evaluar la calidad de las aguas superficiales de los ríos: W-2 Río Petaquilla, W-13 Río Caimito, W-4 Río Molejones, W-5 Río Botija y W-15 Coclé del Norte; y la calidad de las aguas en las Poza de sedimentación 1 (PR-PZ1), Poza de sedimentación 4 (PR-PZ4), Poza de sedimentación 5 (PR-PZ5), Poza de sedimentación 6 (PR-PZ6), Poza de sedimentación 7 (PR-PZ7), Poza de sedimentación 8 (PR-PZ8), Poza de sedimentación 9 (PR-PZ9) y Poza Cantera Área 23, los cuales se sitúan en el área costera aledaña, en el Sitio Puerto; y de agua de mar (PR-M1) a 200 metros aproximadamente desde la costa, entre Poza 5 y Poza 6.

2.5.3. Objetivos específicos

- Tomar muestras de agua superficial en el área de influencia de los ríos: W-2 Río Petaquilla, W-13 Río Caimito, W-4 Río Molejones, W-5 Río Botija y W-15 Coclé del Norte.
- Tomar muestras de aguas en la Poza de sedimentación 1 (PR-PZ1) -recibe aguas de escorrentía de Planta de Generación Eléctrica-, Poza de sedimentación 4 (PR-PZ4) -Planta de Generación Eléctrica-, Poza de sedimentación 5 (PR-PZ5) -área de influencia del Taller Mecánico Punta Rincón y Planta de Concreto-Puerto-, Poza de sedimentación 6 (PR-PZ6) -recibe aguas provenientes de Cantera del Puerto (Área 23) y del Taller de Doblaje-Puerto,

Poza de sedimentación 7 (PR-PZ7) -aguas provenientes del Depósito de Material Estéril 45, Poza de sedimentación 8 (PR-PZ8) -aguas de escorrentía de Depósito de Material Estéril 45 y la Planta de Tratamiento de Campamento GAP, Poza de sedimentación 9 (PR-PZ9) - recibe aguas del Depósito de Material Estéril 45 y Poza Cantera Área 23 - recibe agua con sedimentos de la Cantera del Puerto (Área 23).

- Tomar una muestra de agua de mar (PR-M1) a 200 metros aproximadamente desde la costa, entre Poza 5 y Poza 6.
- Caracterizar las muestras de agua superficial colectadas en los ríos y quebradas, y en las pozas de sedimentación y agua de mar de Punta Rincón.
- Comparar los resultados de los monitoreos con los valores establecidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo, mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales Clase 2C y Clase 1M en la República de Panamá.
- Analizar los resultados de los sólidos suspendidos totales de los monitoreos realizados en las pozas de sedimentación.

2.5.4. Aspecto metodológico

Los muestreos fueron efectuados por personal del Laboratorio Inspectorate Panamá, S.A., bajo la supervisión del personal del Departamento de Ambiente de Minera Panamá, S.A. y de la empresa Corporación de Desarrollo Ambiental, S.A., del 11 al 13 de enero del 2016.

La toma de muestras se realizó en función de las especificaciones establecidas en la Resolución 596 del 12 de noviembre de 1999, promulgada por el Ministerio de Comercio e Industrias, mediante la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI[1]-COPANIT[2] 21-393-99, para el análisis físico y químico; mientras que para el análisis biológico se toma como referencia las especificaciones establecidas en la Resolución 598 del 12 de noviembre de 1999, promulgada por el Ministerio de Comercio e Industrias, mediante la cual se aprueba el Reglamento Técnico DGNTI[1]-COPANIT[2] 22-394-99. AGUA.

[1] DGNTI: Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
[2] COPANIT: Comisión Panameña de Normas Industriales y Técnicas.

El registro de imágenes de este muestreo se adjunta en el anexo 2.5.1.

El análisis de las muestras lo realizó el Laboratorio Inspectorate Panamá, S.A. de acuerdo al *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, edición 21 del 2005 y EPA[3]-8015-B.

2.5.4.1. Procedimiento para la toma de las muestras

- Lavar los envases con el agua de la quebrada o río donde se tomará la muestra, antes de recogerla.
- Tomar muestras simples en el centro de la corriente, o en un punto representativo del cuerpo de agua superficial, luego de verificar que el agua fluya en el sitio y no sea agua estancada o sin flujo de corriente.
- Recoger las muestras en envases de boca ancha, con capacidad de 1 litro, de material de vidrio o plástico, según el tipo de análisis requerido.
- Introducir los envases con la boca hacia la corriente y lejos de la mano de quien toma la muestra.
- Etiquetar y rotular los envases debidamente, para cada una de las muestras.
- Preservar las muestras según el tipo de análisis requerido.
- Colocar las muestras en hielo a una temperatura de 4º C.
- Llenar la cadena de custodia.
- Llevar las muestras al laboratorio para sus respectivos análisis físico-químicos y biológicos, cumpliendo con la cadena de custodia.
- Interpretar los resultados de los análisis físico-químicos y biológicos.

2.5.5. Sitios de muestreo

El establecimiento de los puntos de muestreo se basa principalmente en el avance del Proyecto, ubicación de las áreas afectadas por los trabajos y su cercanía a los cuerpos de agua superficiales.

[3] EPA: Environmental Protection Agency.

Los catorce (14) puntos de muestreo se presentan en la tabla 2.5.1 con sus respectivas coordenadas.

Tabla 2.5.1. Ubicación de los sitios de muestreo

Punto de aguas superficiales	Coordenadas (WGS 84)
W-2 Río Petaquilla	980526 N/ 531546 E
W-4 Rio Los Molejones	971258 N/ 540044 E
W-5 Rio Botija	976792 N/ 541997 E
W-13 Rio Caimito	992819 N/ 535499 E
W-15 Rio Coclé del Norte	980957 N/ 549337 E
PR-PZ1	997126 N/ 534295E
PR-PZ4	996376 N/ 533411 E
PR-PZ5	996153 N/ 533499 E
PR-PZ6	995943 N/ 533448 E
PR-PZ7	995720 N/ 533386 E
PR-PZ8	995626 N/ 533335 E
PR-PZ9	995378 N/ 533209 E
Poza Cantera Área 23	995127 N/ 534308 E
Punto de muestreo de agua de mar	
PR-M1	996159 N/ 533248 E

Fuente: CODESA, 2016.

2.5.6. Resultados

En las tablas 2.5.2, 2.5.3, 2.5.4, 2.5.5, 2.5.6, 2.5.7, 2.5.8, 2.5.9, 2.5.10, 2.5.11, 2.5.12, 2.5.13, 2.5.14 y 2.5.15 se presentan los resultados obtenidos de las muestras colectadas para cada uno de los puntos de muestreo, de acuerdo a los análisis de laboratorio que se adjuntan en el anexo 2.5.2. En el anexo 2.5.3 se presenta el resultado de las precipitaciones que se dieron en diferentes áreas del Proyecto días antes de la toma de muestra.

Tabla 2.5.2. Caracterización de las aguas superficiales. Río Petaquilla (W-2)

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	6,3	8,14	8,30	7,76	7,62	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	6,75	5,75	6,51	6,08	>5
Turbiedad	NTU	9,63	12,52	24,46	5,40	0,56	<100
Temperatura	ΔT ºC	26,01	24,3	24,46	25,2	23,8	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	-	2	2	2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	1,15	9400	10	400	2100	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,087	0,73	0,97	0,37	0,77	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	0,05	0,05	0,05	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	0,3	1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	0,076	1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	0,29	1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	34,14	28,6	20,2	35,1	32,5	<500
Aceites y Grasas	mg/L	2,14	2	<2,0	<2,0	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	-	0,09	0,15	0,05	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	-	10	<10	<10	<10	<30
Nitritos	mg/ L	0,002	0,010	<0,010	<0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	3,17	5,19	3,08	2,89	5,79	<250

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Sulfatos	mg/ L	3,27	4,60	1,99	3,89	6,17	<250
Sulfuros	mg/L	-	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	193,29	345	828	71	57	<100
Boro	µg/ L	14,20	41	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	-	0,2	<0,2	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	-	5	<5	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	8,79	1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	-	11,9	<1	<1	<10	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	80	138	126	96	160	<300
Níquel	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	0,56	1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	3,79	1	<1	<1	<1	<180

1.- Contenida en el Anexo VIII (Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos) del Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *"Mina de Cobre Panamá"*.

2. Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.3. Caracterización de las aguas superficiales. Río Molejones (W-4)

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	6,7	7,31	6,89	7,19	7,13	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	7,10	6,77	7,55	7,74	>5
Turbiedad	NTU	18	7,20	20,55	5,70	0,85	<100
Temperatura	ΔT ºC	25,7	25,3	25,2	26,1	23,9	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	-	2	3	2	2,31	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	2662.5	4200	100	370	2400	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,08	0,0027	0,96	0,26	0,79	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	0,05	0,5	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	0,33	0,01	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	44,37	59,8	53,30	78,65	59,15	<500
Aceites y Grasas	mg/L	2,375	2	<2	<2	<2	<10
Detergentes	mg/L	-	0,05	<10	<0,05	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	-	10	<10	<10	<10	<30
Nitritos	mg/ L	-	0,010	<0,010	<0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	1,19	<0,05	<0,05	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	3,42	6,27	4,04	3,08	6,63	<250

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Sulfatos	mg/ L	1,60	9,61	6,96	5,90	9,28	<250
Sulfuros	mg/L	-	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	363,21	68	411	232	52	<100
Boro	µg/ L	-	28	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	-	0,2	<0,2	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	-	5	<5	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	1,3	1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	-	249,9	<1	<1	19,1	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	145,42	166	118	99	120	<300
Níquel	µg/ L	0,31	1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	0,55	1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	3	1	<1	<1	<1	<180

1.- Contenida en el Anexo VIII (Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos) del Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *“Mina de Cobre Panamá”*

2. Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.4. Caracterización de las aguas superficiales. San Benito (W-5)

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,3	6,91	8,22	8,60	8,50	7,76	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	8,06	7,36	7,10	7,81	7,79	>5
Turbiedad	NTU	16,66	11,55	68,13	11,43	8,89	1,04	<100
Temperatura	ΔT ºC	25,8	24,10	25,5	24,8	26,0	24,7	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	-	<2	2	<2	<2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	1,42	900	180	4600	16	440	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,09	1,00	1,48	1,35	0,54	1,55	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	<0,05	0,05	0,05	0,05	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	-	<1	1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	-	<1	1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	0,38	<1	1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	-	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	-	<1	1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	55,1	58,70	68,90	70,8	76,70	83,85	<500
Aceites y Grasas	mg/L	-	<2,0	2	<2	<2	<2	<10
Detergentes	mg/L	2,27	<0,05	0,08	0,14	0,05	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	-	<10,0	10	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	-	<0,010	0,010	<0,010	<0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	<0,05	0,05	<0,06	<0,05	0,12	<1,0
Cloruros	mg/L	-	4,29	6,47	6,07	3,53	8,06	<250
Sulfatos	mg/ L	4,54	9,99	18,73	12,45	13,59	24,13	<250

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Sulfuros	mg/L	-	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	305,36	472	1754	204	158	65	<100
Boro	µg/ L	17,73	<1	1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	-	<0,2	0,2	<0,2	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	-	<5	5	<5	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	7,81	<1	5	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	-	<1	38,6	452	<1	<10	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	162,73	251	480	140	284	122	<300
Níquel	µg/ L	0,29	<1	1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	0,42	<1	1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	2,41	9	24	<1	<1	<1	<180

1.- Contenida en el Anexo VIII (Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos) del Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *“Mina de Cobre Panamá”*

2.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.5. Caracterización de las aguas superficiales. Río Caimito (W-13)

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	6,5	7,46	8,48	8,07	6,75	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	6,00	6,35	5,70	5,60	>5
Turbiedad	NTU	7,56	17,67	96,9	14,60	10,89	<100
Temperatura	ΔT ºC	26,18	24,9	25,2	26	25,1	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	-	2	<2	<2	3,48	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	403,5	44000	520	220	250	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,067	0,0027	1,36	0,29	0,73	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	0,05	0,6	0,05	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	0,39	1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	41,66	33,8	29,90	50,05	46,80	<500
Aceites y Grasas	mg/L	2,33	2	<2	<2	<2	<10
Detergentes	mg/L	-	0,09	0,20	0,05	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	-	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	0,002	0,0014	0,0251	0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	1,86	<0,05	<0,05	0,05	<1,0

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Cloruros	mg/L	3,61	6,52	3,33	3,29	6,98	<250
Sulfatos	mg/ L	0,77	2,92	2,12	1,64	4,25	<250
Sulfuros	mg/L	-	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	488	532	2312	351	981	<100
Boro	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	-	5	<0,2	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	-	10	<5	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	2,54	1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	-	296	<1	<1	49,7	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	243,33	255	663	360	499	<300
Níquel	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	0,42	1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	2,28	1	<1	<1	<1	<180

1.- Contenida en el Anexo VIII (Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos) del Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *"Mina de Cobre Panamá"*

2. Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.6. Caracterización de las aguas superficiales. Coclé del Norte (W-15)

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,4	7,29	6,84	6,75	7,46	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	7,35	8,30	6,43	8,12	>5
Turbiedad	NTU	19,69	15,80	98,9	59,97	3,43	<100
Temperatura	ΔT ºC	26,36	25,4	25,6	25,7	25,6	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	-	2	<2	<2	5,04	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	2737.5	620	3200	370	2700	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,068	0,0027	0,88	0,54	0,66	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	-	0,05	0,7	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	-	1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	0,0810	1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	0,41	1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	-	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	0,38	1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	54,37	42,25	29,25	38,35	55,90	<500
Aceites y Grasas	mg/L	2	2	<2,0	<2,0	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	-	0,09	0,16	0,16	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	-	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	-	0,010	<0,0014	<0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	-	0,05	<0,06	<0,05	0,11	<1,0
Cloruros	mg/L	3,59	6,95	3,68	2,74	6,87	<250

Parámetro	Unidades	Línea Base[1]	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[2]
Sulfatos	mg/ L	3,40	5,85	2,77	3,28	7,26	<250
Sulfuros	mg/L	-	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	561,31	606	4973	1928	216	<100
Boro	µg/ L	20,63	1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	-	0,2	<5	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	-	5	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	2,03	1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	-	38,3	369	<1	72,2	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	145,63	300	474	385	192	<300
Níquel	µg/ L	0,39	1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	0,6	1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	3,69	17	<1	<1	<1	<180

1.- Contenida en el Anexo VIII (Línea Base de Calidad de Agua y Sedimentos) del Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *"Mina de Cobre Panamá"*

2. Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.7. Caracterización de las aguas superficiales. PR-PZ1

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,64	8,63	7,45	7,60	8,40	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,58	7,20	6,95	6,96	7,79	>5
Turbiedad	NTU	511,6	55,40	127,1	66,03	31,48	<100
Temperatura	ΔT ºC	27,8	29,7	26,9	28,1	24,7	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	78000	180	89000	240	14	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	4,61	1,0186	1,58	0,39	0,46	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	0,9	0,05	0,7	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	43,55	63,05	63,97	66,95	83,85	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	6,8	2,0	<10
Detergentes	mg/L	0,15	0,16	0,15	0,08	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	<0,010	0,0153	<0,010	<0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	0,010	<0,010	<0,10	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	9,15	4,5542	4,58	4,57	10,22	<250

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Sulfatos	mg/ L	21,31	12,4093	11,36	9,13	13,72	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	21310	2170	5200	2438	1101	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<2,0	<5
Cloro Residual	µg/ L	2,7	<10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	145	<1	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	<1	210	374	967	<10	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	5022	1718	1718	878	900	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	26	<1	<1	<1	<1	<180

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.8. Caracterización de las aguas superficiales. PR-PZ4

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,54	7,85	7,27	7,49	7,68	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	8,18	7,20	6,87	6,30	7,59	>5
Turbiedad	NTU	444,3	55,40	120,3	522,5	260,6	<100
Temperatura	ΔT ºC	27,6	29,7	27,0	27,4	26,4	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	7300	290	110	10	800	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	1,31	1,69	1,53	1,06	2,17	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	0,8	0,05	0,6	0,6	0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	89,6	76,70	88,4	117,0	96,85	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	0,16	<2,0	0,25	0,11	0,08	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	<0,010	0,0146	0,0110	0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<0,10	<0,10	<0,08	<0,05	<1,0
Cloruros	mg/L	8,70	5,15	5,52	5,76	17,35	<250

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Sulfatos	mg/ L	11,36	11,84	13,48	20,33	20,37	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	16520	8219	4736	11510	10171	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	<0,10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	95	<1	<1	<69	69	<10
Flúor Total	µg/ L	215	390	658	1037	39,6	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	2350	1701	1550	1555	2317	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	16	<1	<1	<1	<1	<180

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.9. Caracterización de las aguas superficiales. PR-PZ5

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	8,16	7,47	7,57	7,09	7,16	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,60	6,83	6,69	6,57	5,31	>5
Turbiedad	NTU	401,6	396,2	119,6	289,9	35,68	<100
Temperatura	ΔT ºC	26,1	27,5	26,2	26,6	23,2	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	6100	500	200	5800	9500	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	2,70	3,63	3,20	0,23	0,30	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	0,7	0,6	1,6	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	124,5	105,30	118,95	104,0	100,1	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	0,20	0,24	0,10	0,06	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	<0,010	0,0168	0,0359	0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno	mg/L	<0,05	<0,10	<0,10	<0,10	1,3	<1,0

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Amoniacal							
Cloruros	mg/L	8,67	7,32	6,84	6,29	14,43	<250
Sulfatos	mg/ L	23,62	3,85	25,14	12,02	9,78	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	19390	16240	34210	7028	1503	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<2,0	<5
Cloro Residual	µg/ L	1,6	<10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	159	98	275	47	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	279	230	958	72,50	25,5	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	4845	2888	7535	1768	1311	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	14	<1	<1	<1	<1	<180

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.10. Caracterización de las aguas superficiales. PR-PZ6

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,06	6,98	7,57	6,90	6,79	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,50	7,20	6,82	6,61	6,39	>5
Turbiedad	NTU	644,5	189,2	245,5	405,0	87,73	<100
Temperatura	ΔT ºC	25,9	27,0	26,7	27,1	26,7	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	3	<2	<2	<2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	18000	900	400	2400	2800	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	1,50	1,48	1,90	1,04	1,10	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	1,1	<0,05	0,8	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	85,15	76,70	69,90	103,35	88,40	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	0,17	0,45	0,14	0,06	0,07	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	<0,010	<0,0169	<0,010	<0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<0,10	<0,10	<0,10	<0,05	<1,0

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Cloruros	mg/L	8,50	5,87	5,17	4,21	11,49	<250
Sulfatos	mg/ L	16,46	15,45	13,24	24,31	23,03	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	45240	7654	9446	9219	4020	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	<0,10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	186	<1	<1	<62	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	107	210	<10	<10	<10	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	4127	2336	2496	2633	821	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	43	<1	<1	<1	<1	<180

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.11. Caracterización de las aguas superficiales. PR-PZ7

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14vo Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,12	6,89	7,15	6,86	6,57	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,21	6,30	7,15	6,08	4,63	>5
Turbiedad	NTU	33,24	189,2	142,6	483,4	30,72	<100
Temperatura	ΔT ºC	26,7	27,0	27,1	28	26,4	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	2	2	<2	<2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	160	260	910000	260	1000	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	2,92	1,39	2,50	1,89	0,88	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,05	0,7	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<1	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	131,95	105,95	105,30	123,50	97,50	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,4	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	0,22	0,12	0,16	0,25	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	<0,010	<0,0158	<0,00	<0,010	<0,0001	<1,0

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14vo Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<0,10	<0,10	<0,10	<0,40	<1,0
Cloruros	mg/L	7,56	5,89	8,09	3,78	19,78	<250
Sulfatos	mg/ L	38,98	38,62	333,25	36,82	24,73	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	796	1301	6261	14740	1166	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	<0,10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	97	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	325	<100	803	538	26,9	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	643	408	2050	3918	2106	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<180

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.12. Caracterización de las aguas superficiales. PR-PZ8

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,74	7,50	7,04	6,82	7,57	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	4,81	6,16	7,05	4,79	5,86	>5
Turbiedad	NTU	166,1	53,44	237,1	107,4	5,90	<100
Temperatura	ΔT ºC	25,9	26,5	26,4	27,9	27,8	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	2	<2	<2	<2	3,60	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	540	99000	3500	590	2200	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	5,81	0,0027	7,18	4,47	4,86	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	0,05	0,8	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	1	1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	146,9	282,75	115,07	167,05	210,85	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	2	<2,0	<2,0	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	0,17	0,25	0,16	0,07	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	<0,010	0,0014	0,0581	0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno	mg/L	<0,05	0,11	0,10	0,10	0,07	<1,0

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Amoniacal							
Cloruros	mg/L	41,21	18,08	4,62	6,15	16,39	<250
Sulfatos	mg/ L	35,90	170,33	37,65	49,54	71,43	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	5539	8690	10220	3499	311	<100
Boro	µg/ L	<1	1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	5	<5	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	<10	10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	18	30	<1	<1	<1	<10
Flúor Total	µg/ L	625	543	816	10	33,2	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	1820	1630	1661	1480	354	<300
Níquel	µg/ L	<1	1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	2	13	<1	<1	<1	<180

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.13. Caracterización de las aguas superficiales. PR-PZ9

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Potencial de Hidrógeno	pH	7,80	7,12	6,89	6,95	7,09	6,5-9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,09	6,97	5,01	6,40	6,59	>5
Turbiedad	NTU	78,76	11,22	116,6	197,4	48,24	<100
Temperatura	ΔT ºC	26,5	28,0	26,7	28,2	27,4	<3
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	2	<2	<2	<2	<2	<5
Coliformes Fecales	UFC/100ml	8	200	300	1200	150	<1000
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	0,070	1,48	1,94	0,44	1,36	<10
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0,05	<0,05	0,7	0,5	<0,05	<0,15 (época seca)
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,2
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	17803,5	81,25	4017	61,1	74,75	<500
Aceites y Grasas	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<10
Detergentes	mg/L	<0,21	<0,05	0,26	0,07	<0,05	<0,5
Clorofila a	µg/L	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<30
Nitritos	mg/ L	<0,010	<0,0080	<0,010	<0,010	<0,0001	<1,0
Nitrógeno	mg/L	<0,05	<0,10	<0,10	<0,10	0,34	<1,0

Parámetro	Unidades	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 2-C[1]
Amoniacal							
Cloruros	mg/L	499,8	22,90	530,64	6,07	10,30	<250
Sulfatos	mg/ L	449,49	8,81	59,05	7,16	14,34	<250
Sulfuros	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,005
Aluminio	µg/ L	3610	414	5574	4936	2853	<100
Boro	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<500
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<2	<5
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	4	<1	<1	2	2	<10
Flúor Total	µg/ L	<1	<1	736	853	20,9	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	1098	258	235	720	850	<300
Níquel	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Zinc Total	µg/ L	12	<1	<1	<1	<1	<180

1.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 2C) en la República de Panamá.

Tabla 2.5.15. Tendencia histórica de la caracterización del agua de mar (punto de muestreo PR-M1)

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	7mo Informe	8vo Informe	9no Informe	10mo Informe	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 1-M^3
Potencial de Hidrógeno	pH	8,29	7,39	8,04	8,38	8,38	8,09	8,09	7,87	7,95	7,99	8,17	8,01	8,24	8,15	6,5-9
Oxígeno Disuelto	mg/L	7,44	7,30	8,02	6,15	7,89	6,77	6,41	5,51	6,29	7,30	5,12	6,22	5,40	6,20	>5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO_5 mg/L	<2	<2	36	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Coliformes Fecales	UFC/100ml	<1	42	<1	370	370	30	<4	5600	10000	<4	16	3	8	5	<50
Nitratos	$N\text{-}NO_3$ mg/L	<0,25	1,42	0,40	0,67	0,53	0,32	0,33	0,51	0,23	0,16	0,19	<0,5	0,40	13,97	<0,40
Fósforo	$P\text{-}PO_4$ mg/L	<0.05	<0,01	1,0	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,214	<1	<0,5	0,05	<0,12
Arsénico Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cromo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	200	<1	<1	<1	<1	<1	<50
Mercurio Total	µg/ L	<0,001	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<1	<0,2

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	7mo Informe	8vo Informe	9no Informe	10mo Informe	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 1-M^3
Plomo Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Aceites y Grasas	mg/L	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	8,2	<2	<2	<0,5
Detergentes	mg/L	<0,10	<0,01	0,98	0,98	0,05	0,71	0,96	0,83	<0,010	0,29	1,03	1,33	1,07	0,63	<0,2
Nitritos	mg/ L	0,023	0,031	0,035	0,040	0,032	0,014	0,038	0,026	0,031	0,038	0,015	0,058	0,17	0,02	<0,07
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,40
Aluminio	µg/ L	90	410	420	900	51,1	<1	2927	44300	<1	10	20	<1	711	<1	<100
Cianuro	µg/ L	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<2	<1
Cloro Residual	µg/ L	<10	<10	<0,010	160	70	50	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Cobre	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<5
Flúor Total	µg/ L	1030	<10	280	1170	0,77	0,98	98	0,94	136	590	1070	1180	790	<10	<750
Hierro Disuelto	µg/ L	<1	250	100	<1	59	<1	1546	3490	38	8	1	<1	<1	<1	<300
Níquel	µg/ L	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	100	<1	<1	<1	<1	<1	<25
Selenio Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<10
Zinc Total	µg/ L	<1	<1	<1	<1	157,2	12	373	343	<1	11	1	<1	<1	<1	<90
Hidrocarburos Totales	µg/ L	<50	<50	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<50	<50

Parámetro	Unidades	2do Informe	3er Informe	4to Informe	5to Informe	6to Informe	7mo Informe	8vo Informe	9no Informe	10mo Informe	11vo Informe	12vo Informe	13vo Informe	14to Informe	15to Informe	Anteproyecto Clase 1-M[3]
Enterococos	UFC/ 100ml	<1	4,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	99[4]	<50

3.- Anteproyecto de Decreto Ejecutivo mediante el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1M) en la República de Panamá.

[4] NMP (Número más probable).

2.5.7. Discusión

Los resultados obtenidos en las trece (13) muestras, se comparan con los valores de referencia establecidos en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales. Los sitios de muestreo (W-2, W-4, W-5, W-13 y W-15), son los establecidos en el Plan de Monitoreo Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental y Social del Proyecto “Mina de Cobre Panamá” para agua superficial continental y cuentan con Línea Base, mientras que los puntos (PR-PZ1, PR-PZ4, PR-PZ5, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8, PR-PZ9 y PR-M1) fueron establecidos de acuerdo al avance de los trabajos en el Proyecto, por tanto no se cuenta con datos de línea base.

Cabe mencionar que para éste informe no se tomó la muestra del punto Poza Cantera 23, debido a que la bomba de succión se encontraba apagada, por lo que no existía descarga.

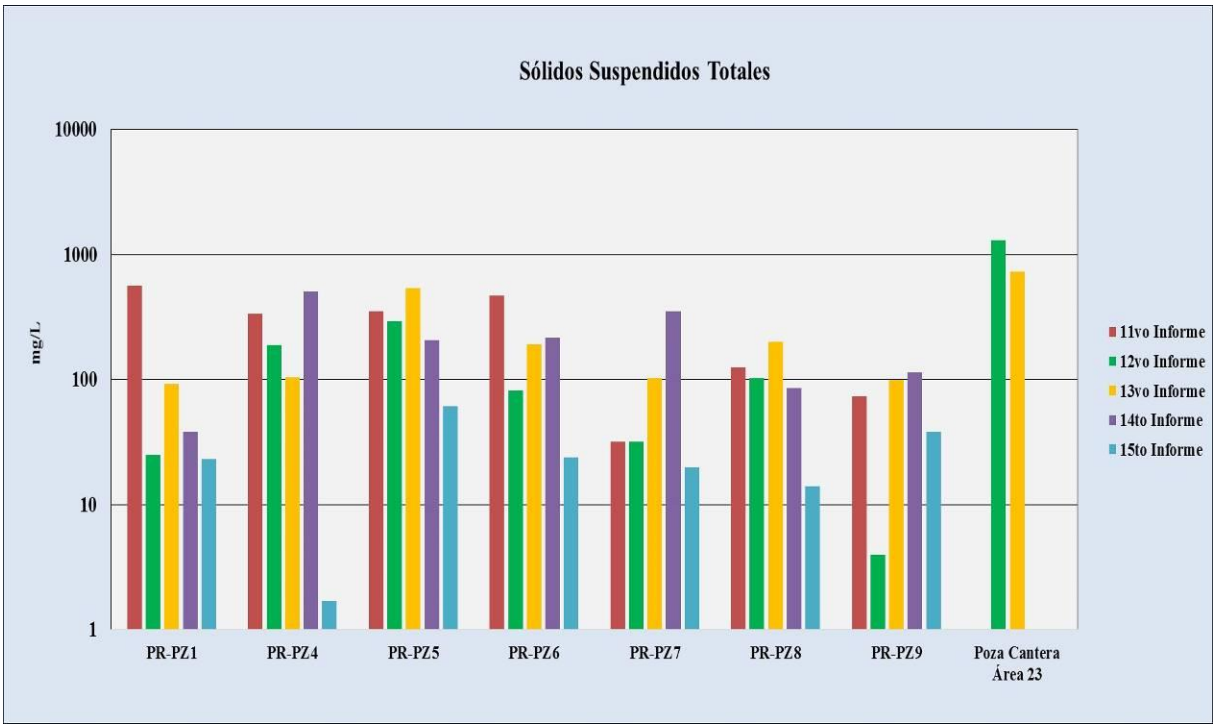
2.5.7.1. Puntos de muestreo de agua superficial (W-2, W-4, W-5 W-13 y W-15) y Pozas de sedimentación (PR-PZ1, PR-PZ4, PR-PZ5, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8, PR-PZ9)

Sólidos Suspendidos Totales

En la gráfica 2.5.1, se observa un descenso significativo de los sólidos suspendidos totales con respecto al informe anterior en las pozas PR-PZ1, PR-PZ4, PR-PZ5, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-PZ9, que puede atribuirse a la disminución de las lluvias durante los días previos al muestreo, lo que a su vez provoca una reducción en el caudal de descarga de cada una de las pozas de sedimentación.

Este parámetro hace referencia al Compromiso 13175 del Plan de Manejo Ambiental (PMA) del Estudio de Impacto Ambiental.

Gráfica 2.5.1. Concentración de sólidos totales en pozas de sedimentación

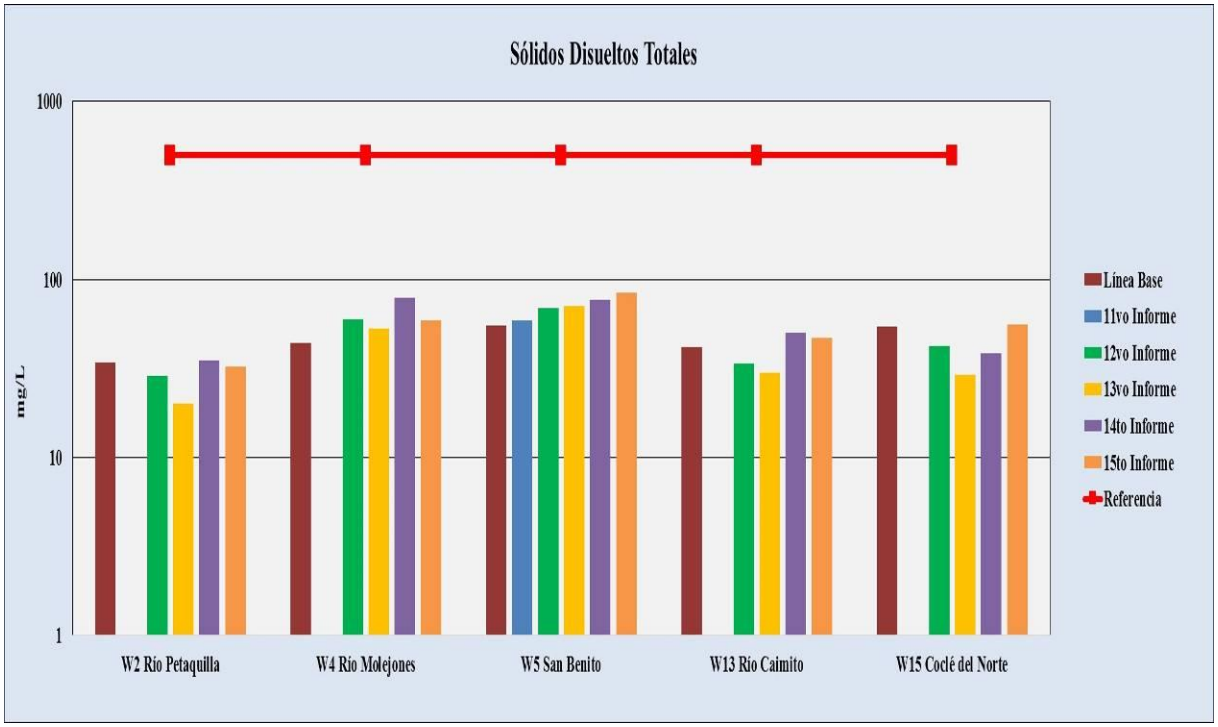


Fuente: CODESA, 2016.

Sólidos Disueltos Totales

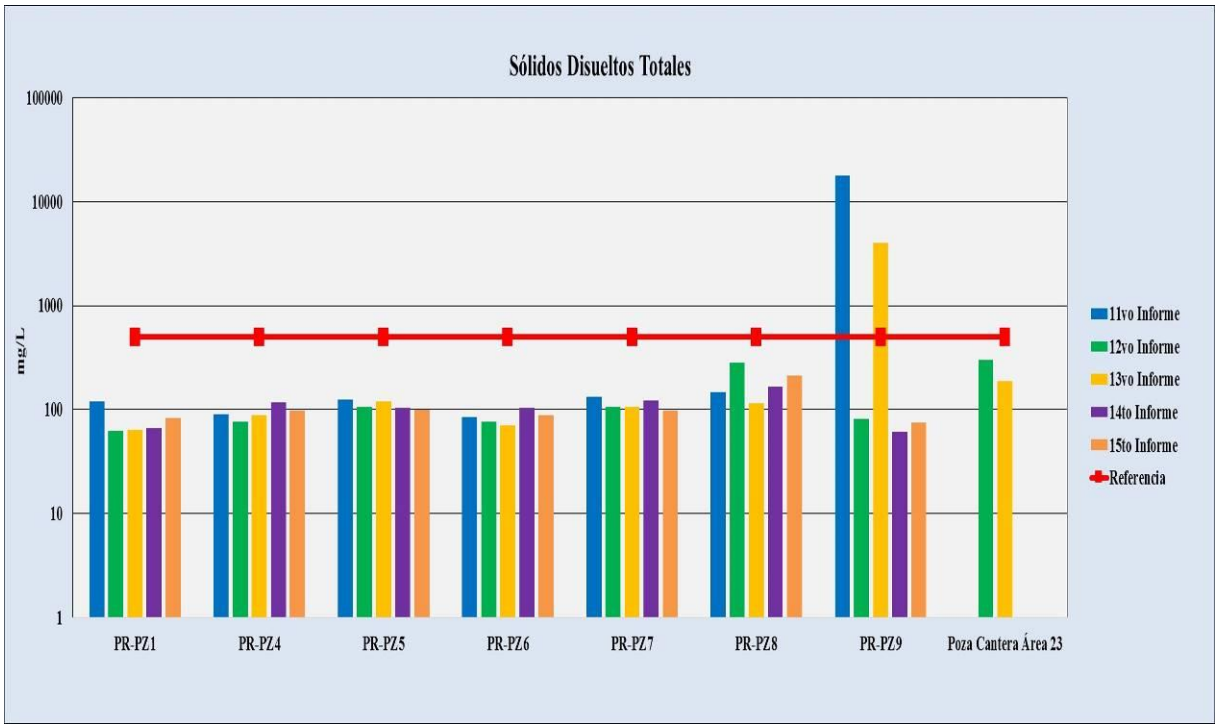
Los niveles de sólidos disueltos totales en los puntos W-5 (Río Botija), W-15 (Coclé Norte), PR-PZ1, PR-PZ8 y PR-PZ9, presentan un aumento con respecto al informe anterior, sin embargo, se encuentran por debajo del límite máximo establecido en la norma de referencia (ver gráficas 2.5.2 y 2.5.3); esta condición puede ser producto de la disminución en el caudal de los cuerpos de agua por las pocas precipitaciones acaecidas en el proyecto días antes de la toma de muestra, lo que produce que los sólidos presentes en el fondo se disuelvan con mayor facilidad en la columna de agua.

Gráfica 2.5.2. Concentración de sólidos disueltos totales en aguas superficiales



Fuente: CODESA, 2016.

Gráfica 2.5.3. Concentración de sólidos disueltos totales en pozas de sedimentación



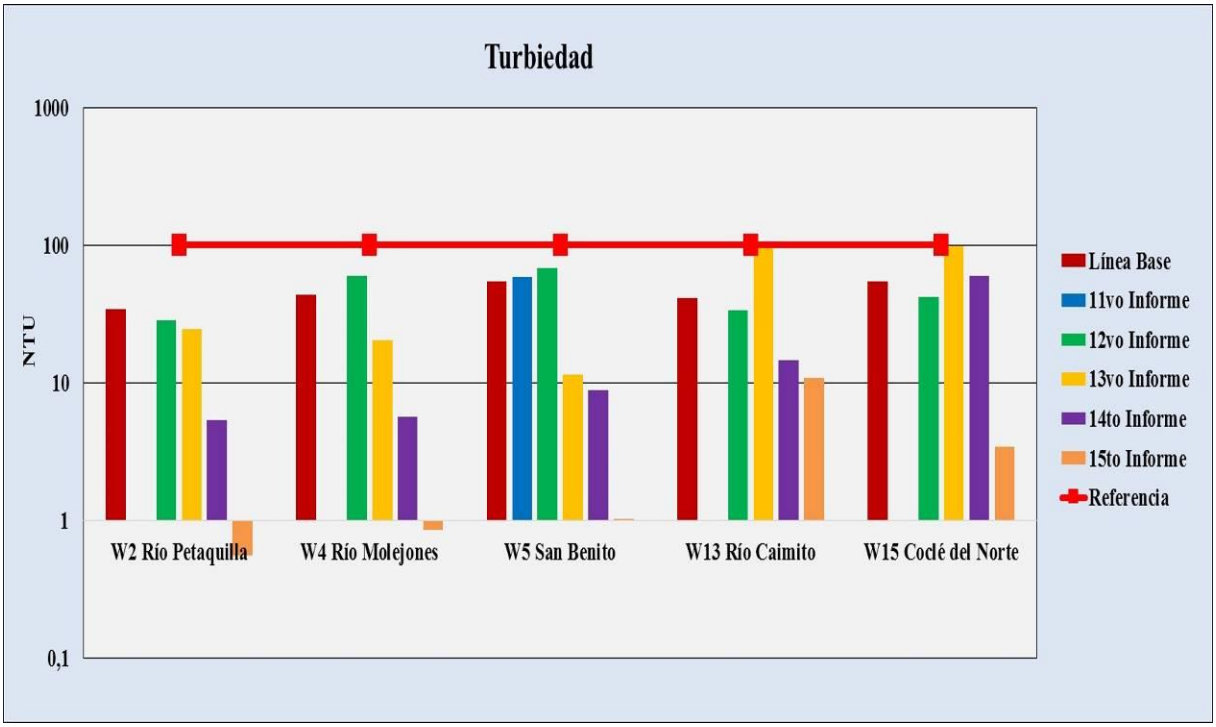
Fuente: CODESA, 2016.

Turbiedad

Los niveles de turbiedad en todos los puntos de muestreo (ver gráfica 2.5.4) son inferiores a los valores obtenidos en la línea base y en el informe anterior.

Esta condición puede atribuirse a la reducción de las lluvias en la zona del proyecto (época seca), lo que provoca que las concentraciones de partículas en suspensión en la columna de agua disminuyan (ver anexo 2.5.3. Registro de Precipitaciones en el Proyecto).

Gráfica 2.5.4. Valores de turbiedad en aguas superficiales

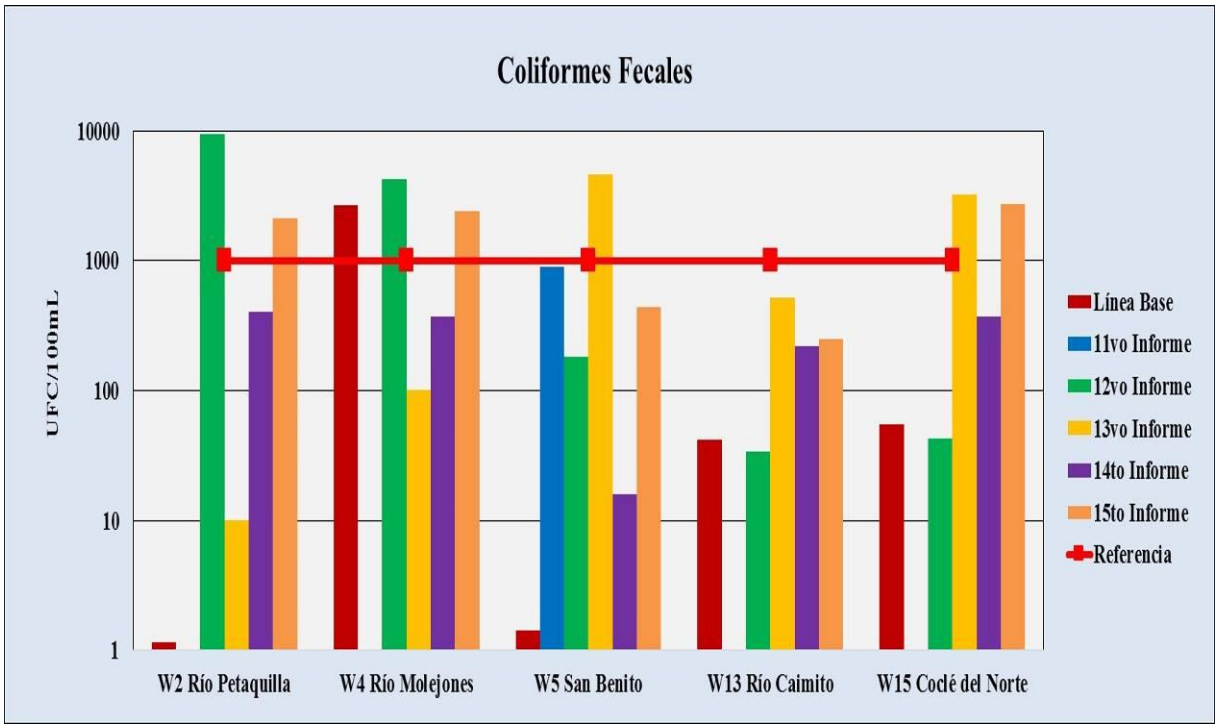


Fuente: CODESA, 2016.

Coliformes fecales

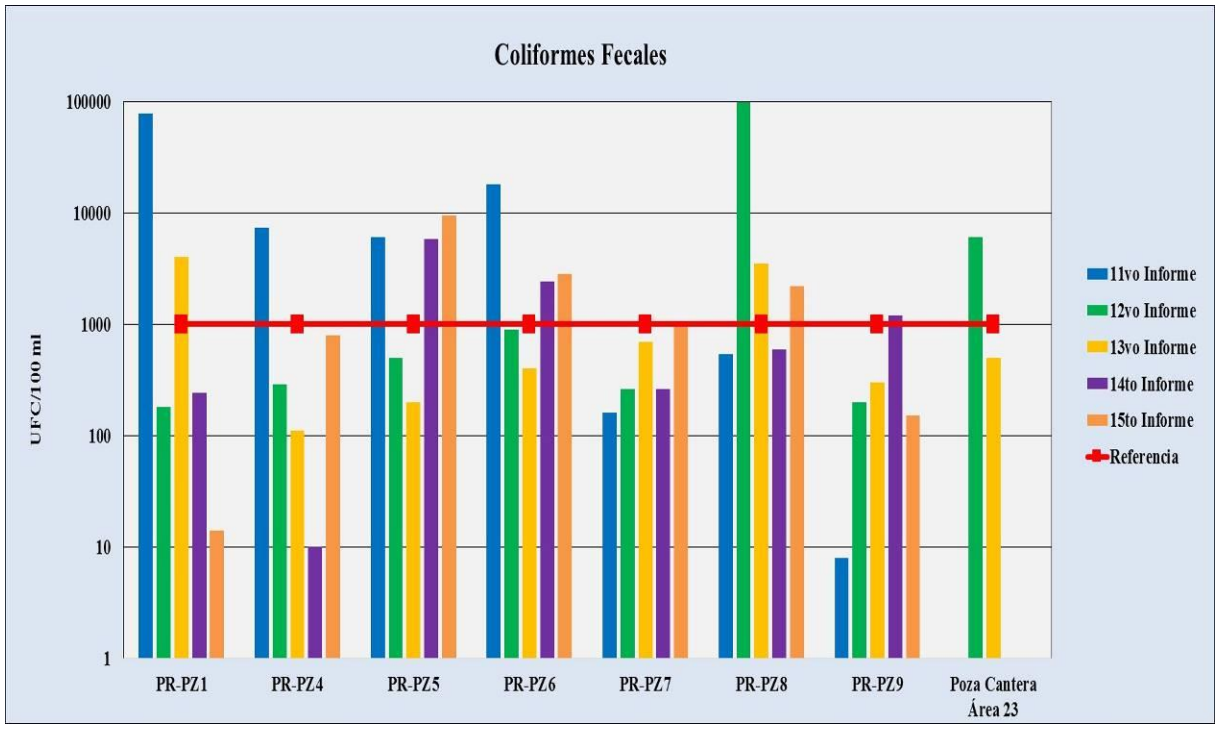
Los valores de coliformes fecales registrados en los puntos W-2 (Río Petaquilla), W-4 (Río Molejones), W-15 (Río Coclé del Norte), PR-PZ5, PR-PZ6 y PR-PZ8 sobrepasan el límite establecido en la norma de referencia (ver gráfica 2.5.6) puede atribuirse a la presencia de heces de animales (silvestres o domésticos) en el área.

Gráfica 2.5.5. Concentración de coliformes fecales en aguas superficiales



Fuente: CODESA, 2016.

Gráfica 2.5.6. Concentración de coliformes fecales en pozas de sedimentación



Fuente: CODESA, 2016.

Metales pesados

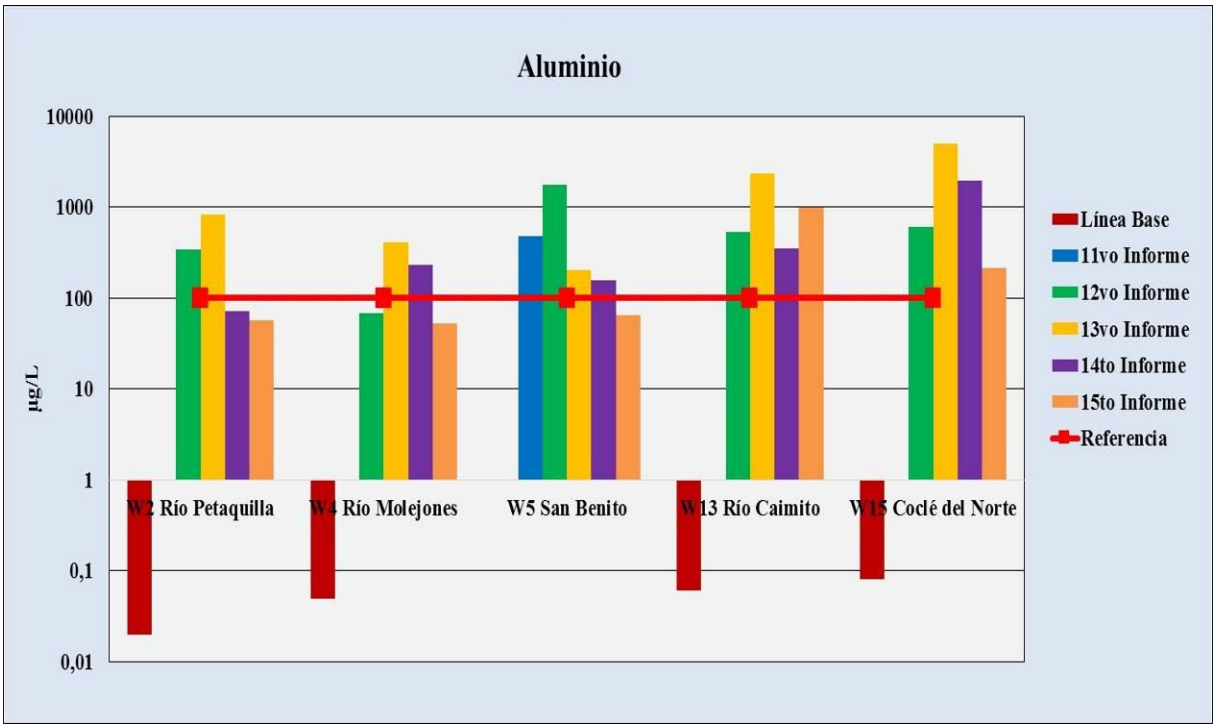
En las tablas 2.5.2, 2.5.3, 2.5.4, 2.5.5, 2.5.6, 2.5.7, 2.5.8, 2.5.9, 2.5.10, 2.5.11, 2.5.12, 2.5.13 y 2.5.14 se puede observar las concentraciones de los metales totales con excepción del hierro disuelto, en donde los niveles de zinc, arsénico y cadmio, se mantienen por debajo de los límites máximos establecidos por el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo de las normas de calidad ambiental para aguas naturales.

En los puntos de muestreo de aguas superficiales W-13 y W-15 (ver gráfica 2.5.7); y en todos los puntos de las pozas de sedimentación (ver gráfica 2.5.8) se observa que las concentraciones de Aluminio (Al) sobrepasan el límite establecido en el Anteproyecto de referencia, cabe destacar que las concentraciones de Aluminio en aguas superficiales presentan altos valores desde la línea base.

Se puede observar de igual forma que los niveles de hierro disuelto sobrepasan el límite máximo establecido en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo de las normas de calidad ambiental para aguas naturales en el punto W-13 (ver gráfica 2.5.9) y en todas las pozas de sedimentación (PR-PZ1, PR-PZ4, PR-PZ5, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-PZ9) (ver gráfica 2.10).

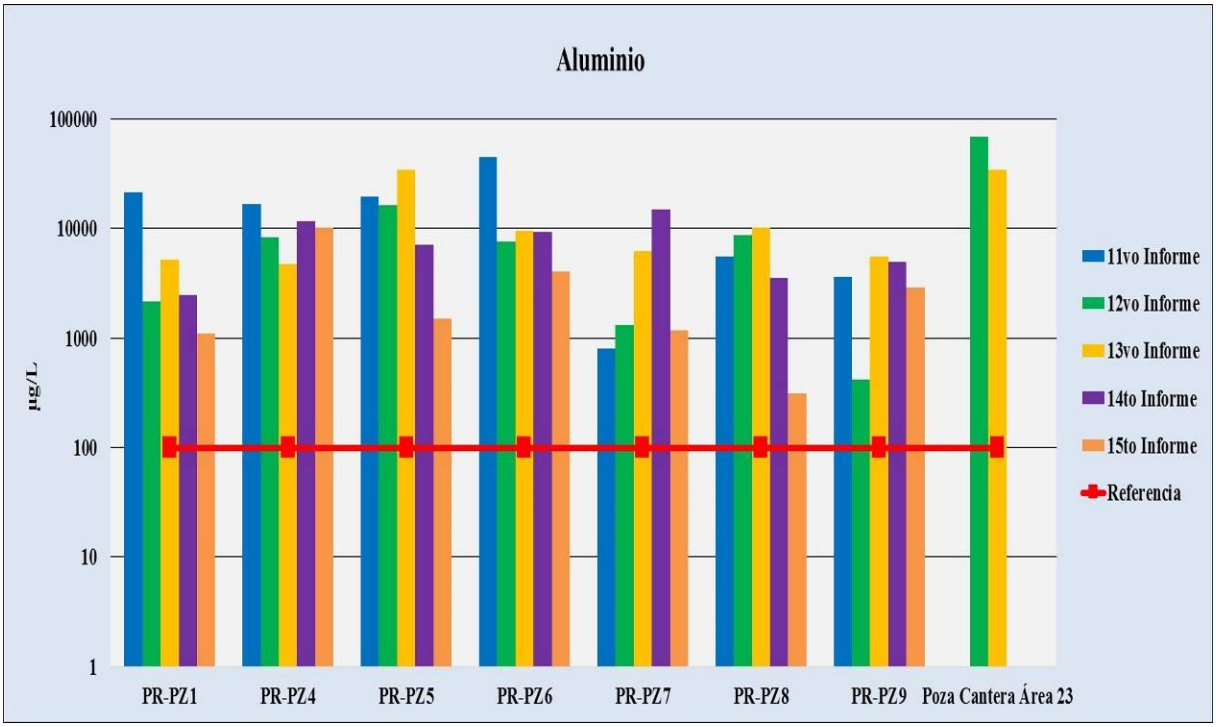
El hierro (Fe^{2+}) y el aluminio (Al^{3+}) son elementos pesados presentes en altas concentraciones en los suelos, y al presentarse precipitaciones los fenómenos de lixiviación en los suelos son más rápidos, por tanto estos metales en estado iónico aparecen en mayores concentraciones en los cuerpos de aguas de escorrentía superficial.

Gráfica 2.5.7. Valores obtenidos en la concentración de Aluminio en aguas superficiales



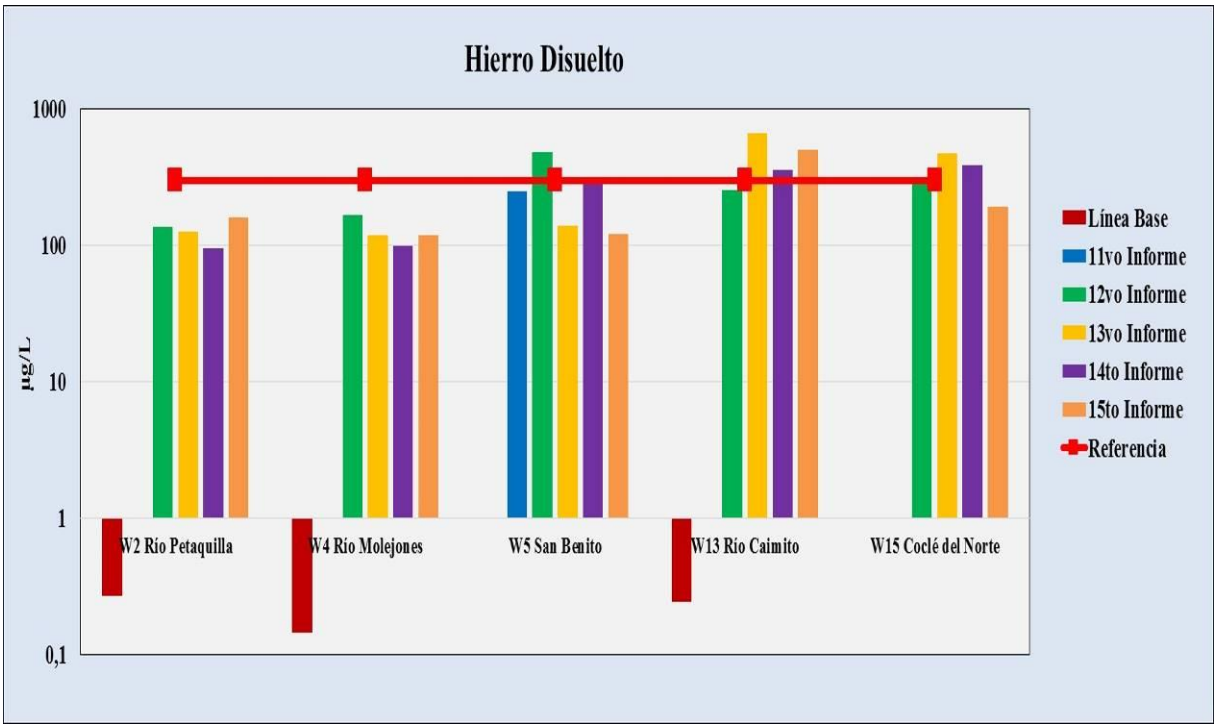
Fuente: CODESA, 2016.

Gráfica 2.5.8. Valores obtenidos en la concentración de Aluminio en pozas de sedimentación



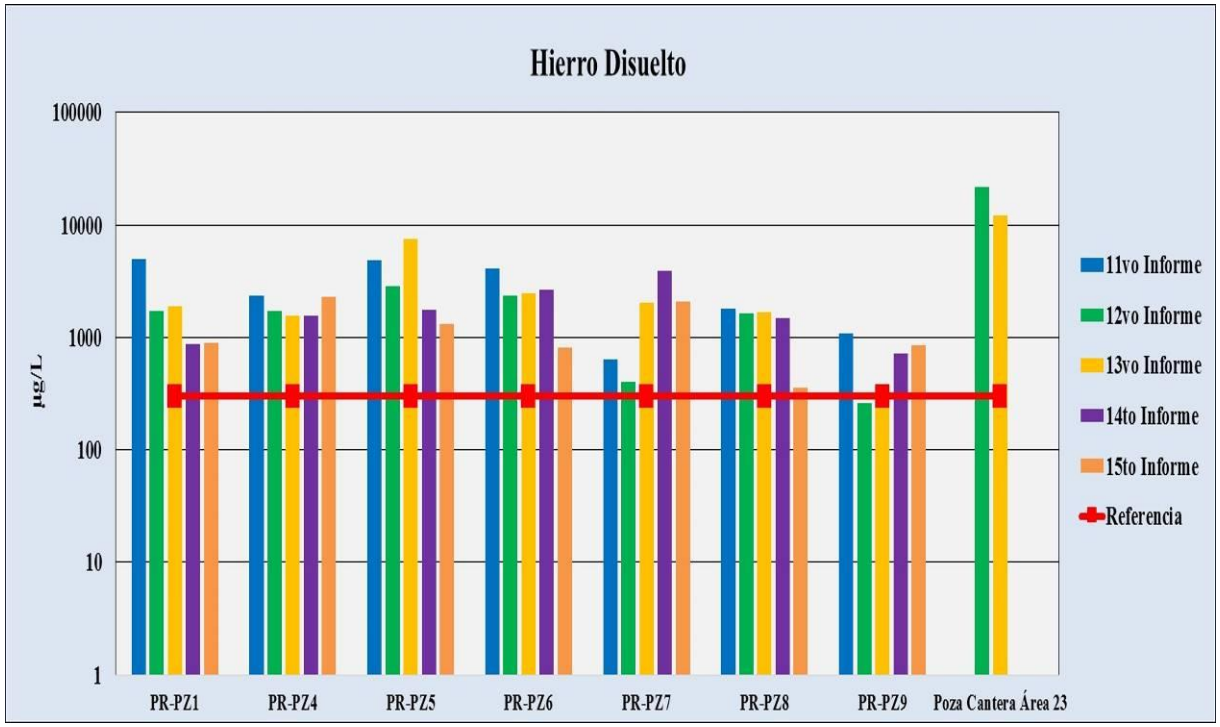
Fuente: CODESA, 2016.

Gráfica 2.5.9. Concentración de hierro disuelto en aguas superficiales



Fuente: CODESA, 2016.

Gráfica 2.5.10. Concentración de hierro disuelto en pozas de sedimentación

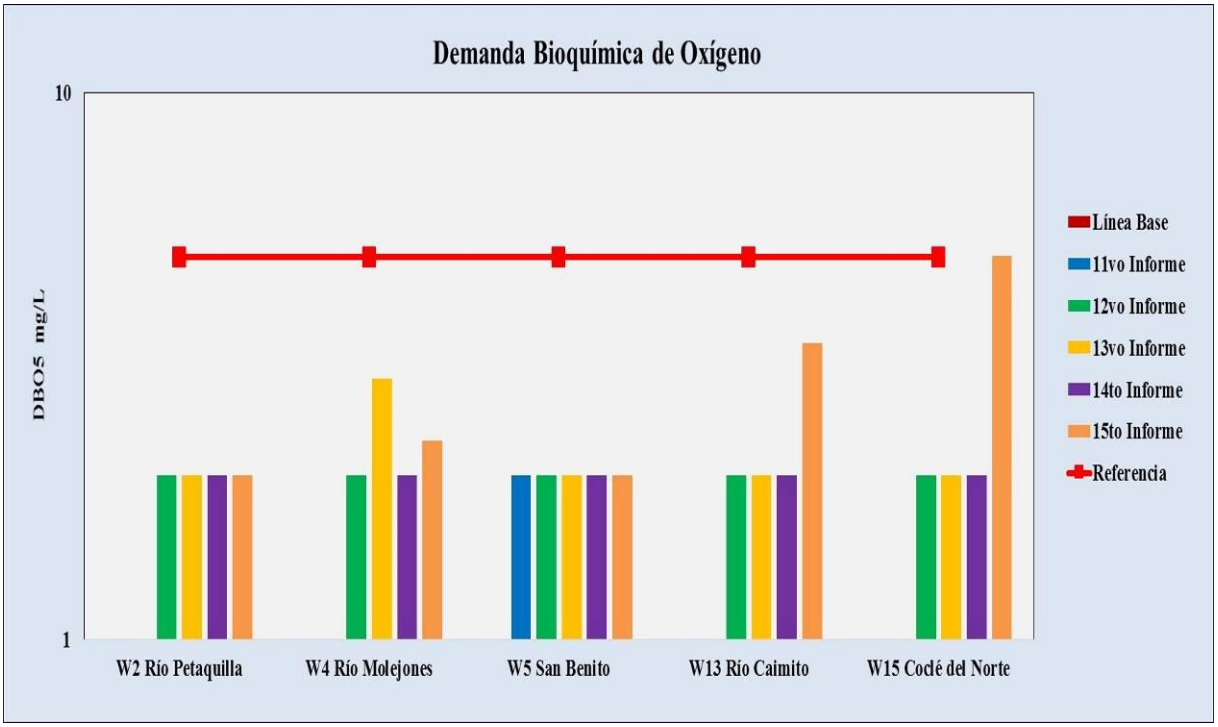


Fuente: CODESA, 2016.

Demanda Bioquimíca de Oxígeno

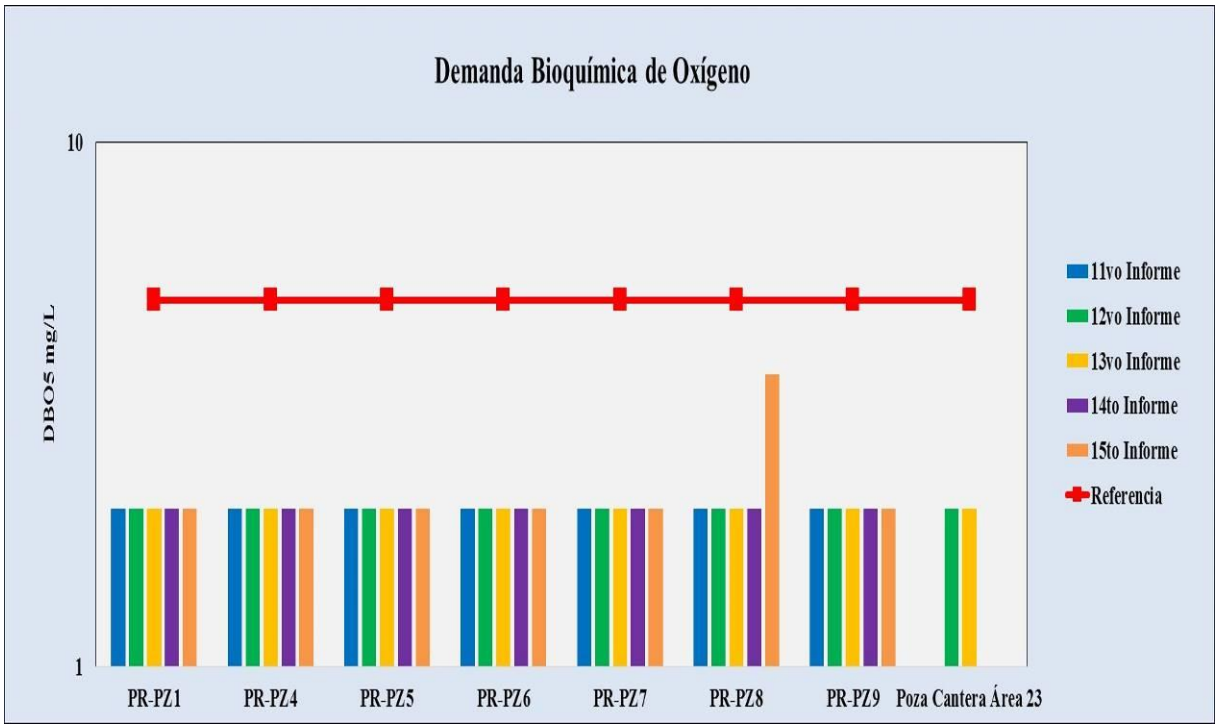
En los puntos de aguas superficiales (ver gráfica 2.5.11) y las pozas de sedimentación (ver gráfica 2.5.12), la concentración de DBO_5 es inferior al límite máximo permisible establecido en el Anteproyecto de Referencia.

Gráfica 2.5.11. Valores obtenidos en la concentración de DBO_5 en aguas superficiales



Fuente: CODESA, 2016.

Gráfica 2.5.12. Valores obtenidos en la concentración de DBO_5 pozas de sedimentación



Fuente: CODESA, 2016.

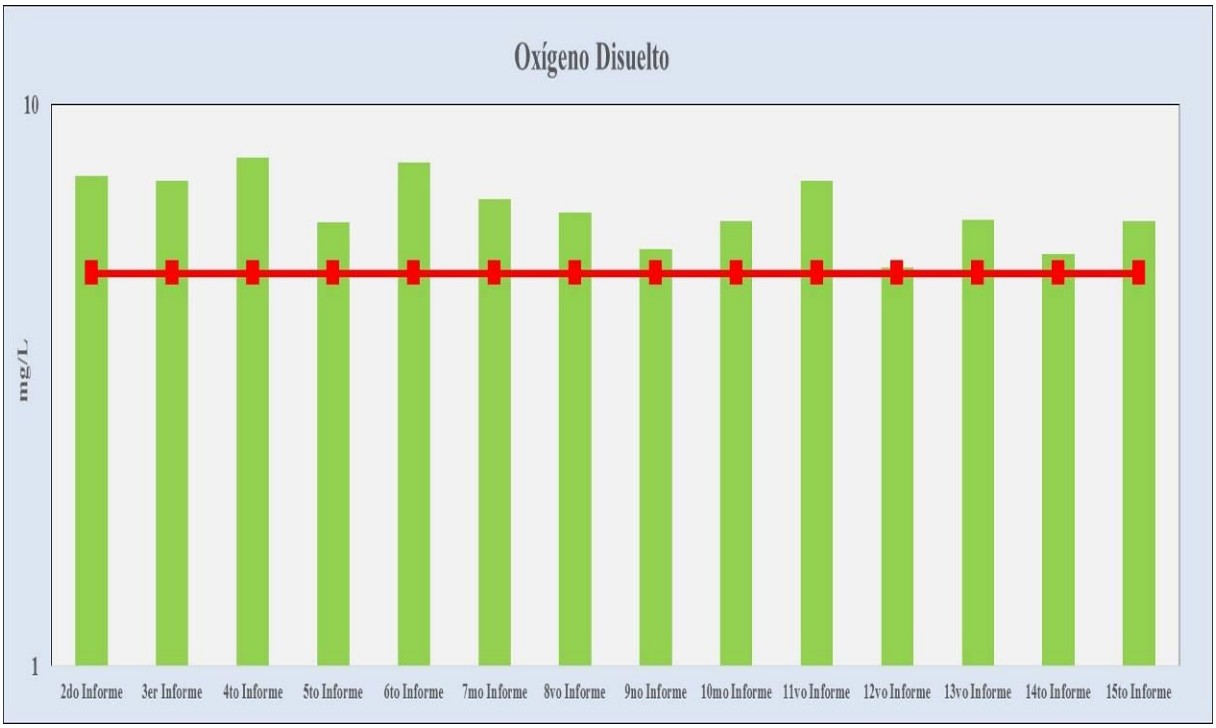
Punto de muestreo de agua de mar (PR-M1)

En la gráfica 2.5.13 se observa que el nivel de oxígeno disuelto se encuentra por encima del límite mínimo establecido en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo por el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1M).

El nivel de oxígeno disuelto en el agua proviene pricipalmente de la atmósfera. El movimiento de las olas permite que el agua absorba más oxígeno. Otra fuente de oxígeno son las plantas acuáticas, incluyendo las algas; durante la fotosíntesis, las plantas eliminan dióxido de carbono y lo reemplazan con oxígeno; lo cual es favorable para los diferentes especies aeróbicas que componen los ecosistemas acuáticos.

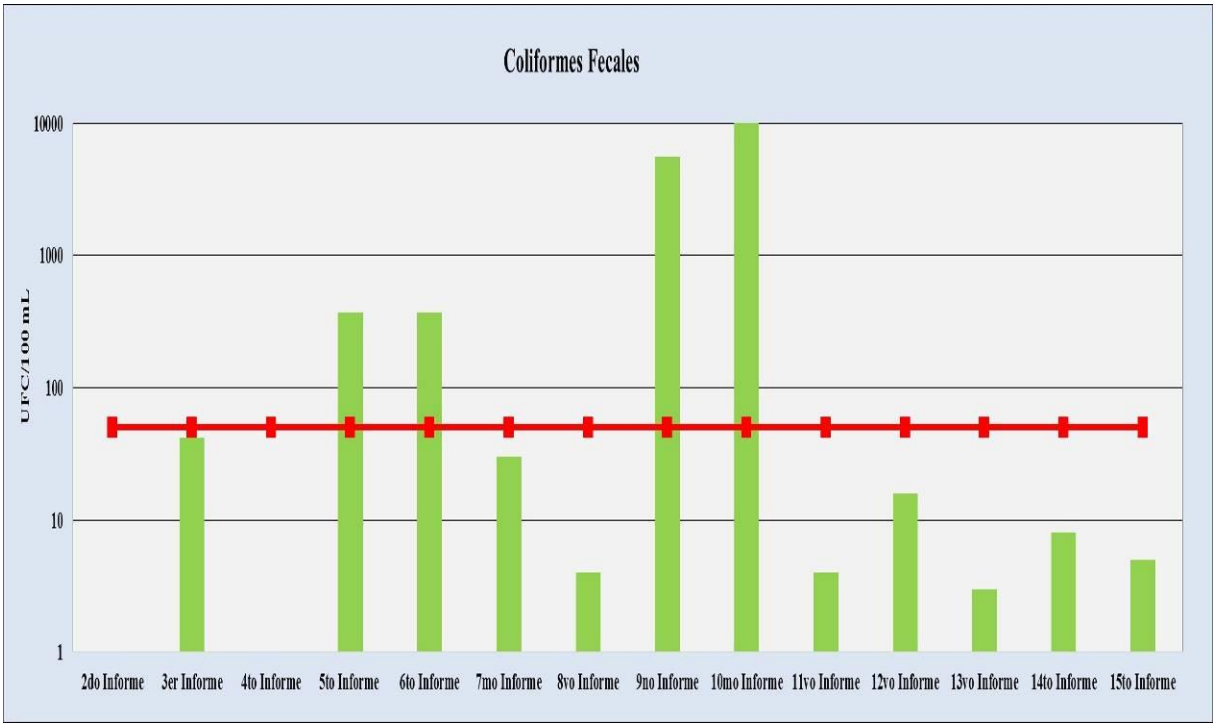
Los niveles de coliformes fecales se encuentran por debajo del límite máximo que establece el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo de las normas de calidad ambiental para aguas naturales (<50 UFC/100 ml) en el Punto PR-M1 (ver gráfica 2.5.14).

Gráfica 2.5.13. Valor obtenido en la concentración de oxígeno disuelto en el Punto PR-M1



Fuente: CODESA, 2016.

Gráfica 2.5.14. Valores obtenidos en la concentración de coliformes fecales en PR-M1



Fuente: CODESA, 2016.

Las concentraciones de detergentes se encuentran por encima del límite permitido en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo por el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1M), puede ser producto de la presencia de materia orgánica con altos contenidos de lípidos y sustancias tensoactivas provenientes de los trabajos que se realizan en el Taller del Puerto (Taller FCC) y Planta de Concreto-Puerto.

La concentración de cobre en el punto PR-PZ4 sobrepasa el límite establecido en el Anteproyecto de Referencia, este metal se encuentra naturalmente en rocas, suelo agua y aire, puede ser liberado por las partículas que mueve el viento o vegetación en descomposición, puede ser producto de los trabajos de excavación y construcción de la Planta de Generación Eléctrica, que puede estar influyendo en la erosión de los depósitos naturales.

2.5.8. Conclusiones

Todos los puntos de muestreo, tanto de aguas superficiales como las pozas de sedimentación cumplen con el límite máximo permitido por la normativa nacional utilizada de referencia para sólidos disueltos totales.

En los puntos de muestreo W-2, W-4, W-15, PR-PZ5, PR-PZ6 y PR-PZ8 las concentraciones de coliformes fecales superan el límite máximo permitido por el anteproyecto nacional utilizado de referencia; mientras que en los puntos W-5, W-13, PR-PZ1, PR-PZ4, PR- PR-PZ7 y PR-PZ9 se cumplen con el anteproyecto de referencia.

Las concentraciones de Aluminio no cumplen con el anteproyecto de referencia en los puntos de muestreo W-13, W-15 y en todas las pozas de sedimentación; de igual forma el nivel de hierro disuelto no cumple en el punto W-13 y en los puntos (PR-PZ1, PR-PZ4, PR-PZ5, PR-PZ6, PR-PZ7, PR-PZ8 y PR-PZ9).

.

La concentración de DBO_5 cumple con el anteproyecto de referencia en todos los puntos de muestreos (aguas superficiales y pozas de sedimentación).

El nivel de oxígeno disuelto cumple con el límite mínimo establecido en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo por el cual se dictan las normas de calidad ambiental para aguas naturales (Clase 1M).

La concentración de coliformes fecales en el punto PR-M1 cumple con los límites máximos permisibles que establece el Anteproyecto utilizado como referencia.

La concentración de aceites y grasas en el punto PR-M1 cumplen con el límite permisible que establece el Anteproyecto utilizado como referencia.

La concentración de cobre en el punto PR-PZ4 no cumple con lo establecido en el Anteproyecto de Decreto Ejecutivo.

2.5.9. Recomendaciones

- Mantener el muestreo de la calidad de las aguas superficiales que se encuentran en el área del Proyecto.
- Mejorar la implementación de las medidas contempladas en el Plan de Manejo Ambiental para el control de la erosión y sedimentación.
- Continuar la supervisión de la calidad de los cuerpos de agua cercanos a las áreas de construcción del Proyecto.

2.5.10. Bibliografía

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2011. Resolución DIEORA IA-1210-2011. Proyecto *“Mina de Cobre Panamá”*. República de Panamá.

Golder Associates. 2010. Estudio de Impacto Ambiental y Social Categoría III. Proyecto *“Mina de Cobre Panamá”*. República de Panamá.

Hakanson L., Parparov A., Ostapenia A., Boulion V.V., Hambright K.D. 2000. Development of a system of water quality as a tool for management. Final report to INTAS. Uppsala University, Department of Earth Science: 19, 7-11.

MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). 2007. Anteproyecto de Decreto Ejecutivo de las normas de calidad ambiental para aguas naturales. Panamá. 22 pp.

MICI (Ministerio de Comercio e Industrias). 1999. Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99. AGUA. Calidad de Agua. Toma de Muestra. Resolución Nº 596 del 12 de noviembre de 1999. Panamá.

MPSA (Minera Panamá, S.A.). 2014. Plan de Monitoreo Ambiental. 9 de octubre de 2014.República de Panamá.

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005.

Anexos

Anexo 2.5.1

Imágenes de la toma de muestras de agua superficial

Imágenes 2.5.1 y 2.5.2. Muestreo de agua en el punto Río Petaquilla W-2 (980526 N/ 531546 E)

Imágenes 2.5.3 y 2.5.4. Muestreo de agua en el Río Coclé del Norte W-15 (980957 N/ 549337 E)

Imágenes 2.5.5 y 2.5.6. Muestreo de agua en el Río Molejón W-4 (971258 N/ 540044 E)

Imágenes 2.5.7 y 2.5.8. Muestreo de agua en W-13 Rio Caimito Aguas Abajo (992819 N/ 535499 E)

Imágenes 2.5.9 y 2.5.10. Muestreo de agua en Río Botija W-5 (976792 N/ 541997 E)

Imágenes 2.5.11 y 2.5.12. Muestreo de agua en PR-PZ1 (997126 N/ 534295 E)

Imágenes 2.5.13 y 2.5.14. Muestreo de agua en PR-PZ4 (996376 N/ 533411 E)

Imágenes 2.5.15 y 2.5.16. Muestreo de agua en PR-PZ5 (996153 N/ 533499 E)

Imágenes 2.5.17 y 2.5.18. Muestreo de agua en PR-PZ6 (995943 N/ 533448 E)

Imágenes 2.5.19 y 2.5.20. Muestreo de agua en PR-PZ7 (995720 N/ 533386 E)

Imágenes 2.5.21 y 2.5.22. Muestreo de agua en PR-PZ8 (995626 N/ 533335 E)

Imágenes 2.5.23 y 2.5.24. Muestreo de agua en PR-PZ9 (995378 N/ 533209 E)

Imágenes 2.5.25 y 2.5.26. Muestra de Agua Marina PR-M1 (996159 N/ 533248 E)

Anexo 2.5.2

Resultados de los análisis de laboratorio

Anexo 2.5.3

Registro de precipitaciones en el Proyecto

Anexo 2.5.4

Cadenas de Custodia